



Modelado sísmico de las cuencas de Paraná y Pantanal a partir de velocidad de fase de ondas superficiales

G. Flores¹, M.L. Rosa¹, M. Assumpção²

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. gonflorespi@gmail.com

² IAG – Universidade de Sao Paulo.

Resumen

El estudio del espesor cortical y litosférico brinda valiosa información sobre la dinámica de la Tierra, permitiéndonos deducir e identificar patrones de esfuerzo, grados de compensación isostática y generar modelos de evolución de la corteza. A pesar de su importancia dentro del marco de la dinámica global, el conocimiento que se tiene sobre dichos espesores en América del Sur es aún muy escaso, siendo la región andina la más estudiada.

Es por ello, que nos propusimos evaluar dichas características para las cuencas de Paraná y Pantanal mediante modelos unidimensionales obtenidos a partir de velocidad de fase de ondas superficiales, con el objetivo de ampliar el conocimiento estructural a partir del aporte de información obtenida con nuevas estaciones banda ancha utilizando un método que no ha sido aplicado anteriormente con esos datos. Si bien existen varios trabajos previos en sismología y gravimetría apuntados a identificar y modelar las características de la corteza y la litosfera en la región, éstos han sido realizados utilizando pocas estaciones y principalmente métodos tomográficos con datos de velocidad de grupo.

La región de Pantanal resulta especialmente interesante, ya que se trata de una cuenca en formación de la que no se tiene consenso en la comunidad científica en cuanto a los procesos que generaron su subsidencia, y por lo tanto, se desconoce su origen y hacia donde evolucionará.

En el proceso de inversión, se adicionaron datos de velocidad de grupo obtenidos mediante técnicas de correlación de ruido ambiente para reforzar los datos de dispersión de velocidad de fase.

Palabras clave: inversión, ondas superficiales, velocidad de fase, cuencas sedimentarias

Introducción

La información geofísica interpretada hasta ahora en pos de comprender la geodinámica en el sur de Brasil y Norte de Argentina (Assumpção et al 2013a,b entre otros), muestra que la región de la cuenca del Paraná tiene un espesor cortical



máximo de hasta 45 km (fig 1.a), siendo éste un valor medio característico para una cuenca intracratónica (regiones antiguas y estables del globo). Para Pantanal, en cambio, se ha estimado que la corteza puede tener hasta unos 35 km de profundidad (fig 1.a). Este adelgazamiento, resulta anómalo si se consideran los modelos clásicos que la presentan como una cuenca de antepaís con un espesor medio mayor al observado y parecería continuar hacia el sur llegando hasta el norte de Argentina. Una situación similar ocurre en el caso del espesor litosférico donde se observan valores coherentes para una cuenca intracratónica en

Paraná pero menores a lo esperable en Pantanal. En relación a esto último Feng (2007) observó (fig 1.b) una disminución en la velocidad de propagación de ondas S debajo de Pantanal lo cual indicaría

la existencia de una anomalía térmica que explicaría su adelgazamiento y subsidencia.

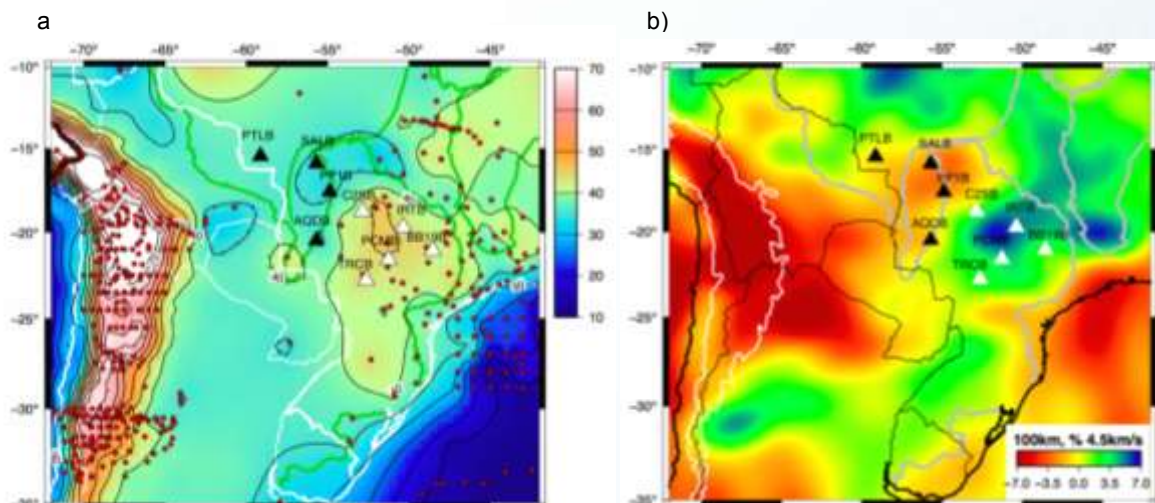


Figura 1. a) Mapa de espesor cortical (Feng, 2007) y estaciones sismológicas utilizadas para el presente estudio. b) Mapa de anomalía de onda S (Feng, 2007) a los 100 km de profundidad en base a una velocidad de 4.5 km/s

Materiales y métodos

Fueron procesados y analizados dieciséis eventos en once estaciones banda ancha, ubicadas:

- tres sobre Pantanal,
- seis sobre Paraná,
- dos estaciones en las proximidades de Pantanal que se utilizaron como apoyo para calcular velocidades de fase en eventos localizados al Oeste de América del sur.



El método elegido para calcular las curvas de velocidad de fase fue el que se toma un conjunto de tres o más estaciones para el mismo evento. Un problema común que se observa en el cálculo de curvas de velocidad de fase por el método clásico de dos estaciones es que estas suelen ser muy inestables por lo que resultan difíciles de interpretar e inconsistentes con la condición teórica de que deben ser monótonamente crecientes. Mientras que con el método elegido (de múltiples estaciones) se obtienen curvas suaves que a su vez representan a la media de los valores correspondientes a la región comprendida entre las estaciones.

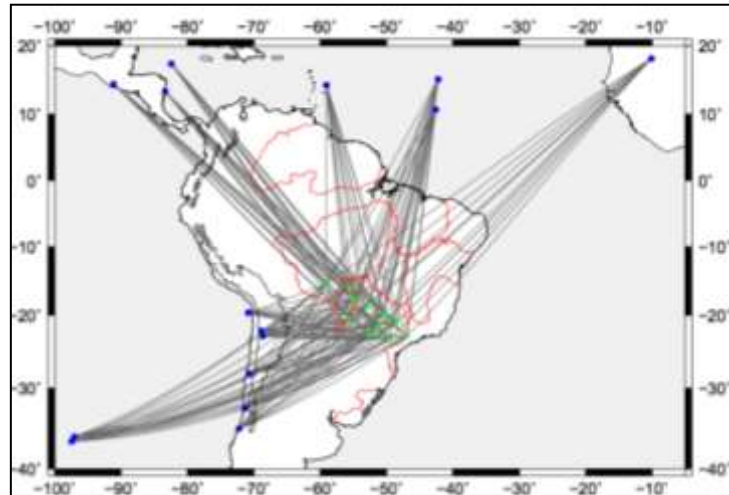


Figura 2. Algunos de los eventos utilizados

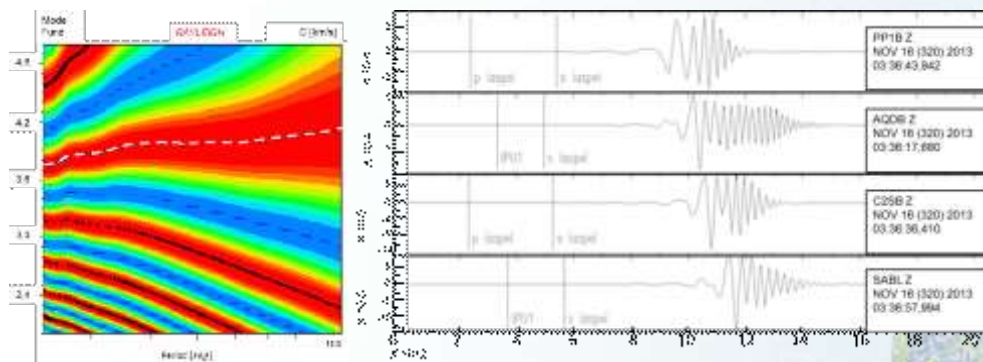


Figura 3. Curva de dispersión para el evento 320 (izquierda) y sismogramas de las cuatro estaciones con los que se calculó la misma (derecha).

Resultados

En los resultados obtenidos a partir de la inversión de los datos de velocidad de fase junto con los de velocidad de grupo obtenidos por medio de correlación de ruido ambiental (Collaço et al, 2014), que se presentan a continuación, se puede observar que los mismos son consistentes con los modelos clásicos para Paraná y con los más modernos de Pantanal que proponen un adelgazamiento de la corteza y de la litósfera, posiblemente a causa de una anomalía térmica en el manto.

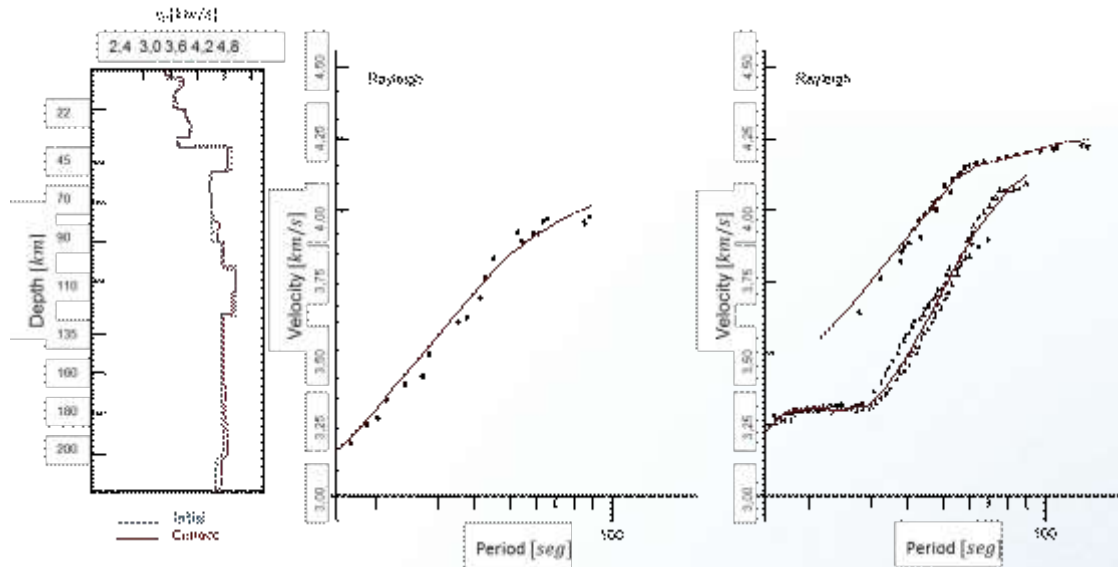


Figura 4. Resultado de la inversión para la cuenca de Paraná.

Hay algunas cuestiones a mejorar en los resultados obtenidos. Por ejemplo, se observa una reducción en la velocidad antes y después de lo que se interpreta como la aparición de la discontinuidad de Mohorovicic, lo cual no debería suceder. Por otro lado, en la curva obtenida para Paraná (Figura 4) se ve una caída en las velocidades a los 55 km de profundidad lo que se podría interpretar como la aparición de la litósfera, lo cual es incoherente con todo lo que se conoce sobre esta cuenca.

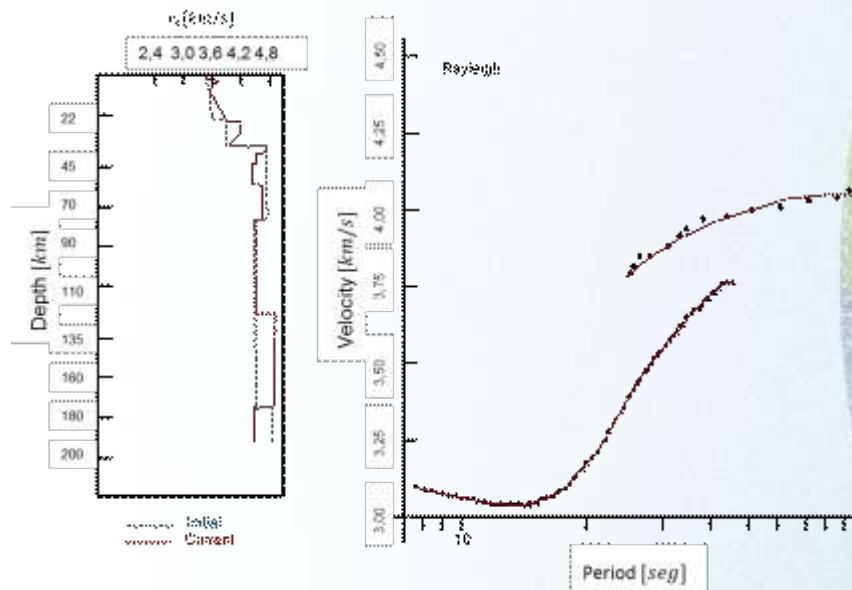


Figura 5. Resultado de la inversión para la cuenca de Pantanal.



Conclusiones

Los resultados obtenidos para la cuenca de Pantanal generan un aporte muy interesante a las teorías modernas que proponen que la subsidencia de la misma fue generada por un adelgazamiento de la corteza y la litosfera a causa de una anomalía térmica en el manto y no por esfuerzos producidos por la orogenia andina. Se observa con mucha claridad este adelgazamiento en Pantanal respecto de Paraná. En la cuenca de Paraná se obtuvieron resultados consistentes con casi toda la bibliografía existente.

Los resultados obtenidos han sido en general, muy buenos, quedando mucho por hacer. La dependencia de las inversiones respecto del modelo inicial es uno de los puntos que se debe afrontar con especial cuidado.

La inclusión del cálculo de velocidad de fase en su modalidad de múltiples estaciones aplicada en modelado e inversión aparece como una herramienta con mucho potencial para complementar los métodos clásicos en caso regionales.

Referencias

- Assumpção, M., M. Feng, A. Tassara, J. Julia, 2013. Models of crustal thickness for South America from seismic refraction, receiver functions and surface wave dispersion. *Tectonophys.*, 609, 82-96, doi: 10.1016/j.tecto.2012.11.014.6.
- Assumpção, M., Feng, M., Tassara, A., Julia, J. 2013. Models of crustal thickness for South America from seismic refraction, receiver functions and surface wave tomography. *Tectonophysics* 609, 82-96.
- Collaço, B., Assumpção, M., Rosa, M. and Sánchez, G. 2014. Crustal Structure of the Parana Basin from Ambient Noise Tomography. *Earth Sci. Res. Journal Proceedings*, 18, Special Issue, pag. 238. ISSN1794-6190 e-ISSN2339-3459.
- Feng, M., S. Van der Lee and M. Assumpção. 2007. Upper mantle structure of South America from joint inversion of waveforms and fundamental-mode group velocities of Rayleigh waves. *J. Geophys. Res.* 112.